

PLANEACIÓN Y CODIFICACIÓN DE MATERIALES PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

AUTOR

DAVID RICARDO ACOSTA BELTRÁN
INGENIERO INDUSTRIAL, UNIVERSIDAD CENTRAL
acostad923@gmail.com

Artículo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia Logística Integral



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA LOGÍSTICA INTEGRAL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MES 12, AÑO 2018**

PLANEACIÓN Y CODIFICACIÓN DE MATERIALES PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

PLANNING AND CODING OF MATERIALS FOR A COMPANY IN THE CONSTRUCTION SECTOR

David Ricardo Acosta Beltrán
Especialización en Gerencia de Logística Integral
U9500884@unimilitar.edu.co

RESUMEN

El presente artículo tiene como finalidad diseñar el proceso de planificación de materiales para una empresa del sector de la construcción, por medio de la aplicación del modelo MRP (Material Requirement Planning), teniendo en cuenta la necesidad actual de tener procesos eficientes que permitan una buena administración de la cadena de suministro, reduciendo tiempos, costos y teniendo inventarios acordes al proceso constructivo de los proyectos. El artículo hace un paso por las generalidades históricas del modelo, la explicación de sus variables y su funcionamiento, para llegar a la resolución de la metodología que permitió el desarrollo del problema y su aplicación. Luego del análisis del problema, se demuestra la ejecución y por qué este modelo es el apropiado, para la planificación de materiales en la empresa, sus resultados en reducción de tiempos, como por ejemplo pasar de 3 horas a 20 minutos en montar una orden de compra, así mismo la estandarización de la actividad inicial a implementar y como conclusión la aplicación para manejar un inventario más ordenado, evitando el sobre stock, y la necesidad de mejora continua e innovación de la herramienta.

Palabras Clave: Abastecimiento, Aplicación, BOM, cadena de suministro, ERP, Herramienta, ISF, Lead Time, MRP, Planeación.

ABSTRACT

The purpose of this article is to design the material planning process, through the application of the MRP (Material Requirement Planning) model, taking into account the current need to have efficient processes that allow a good administration of the supply chain. reducing time, costs and having inventories according to the construction process of the projects. The article takes a step through the historical generalities of the model, the explanation of its variables and its operation, to arrive at the resolution of the methodology that allowed the development of the problem and its application. After the analysis of the problem, the execution is demonstrated and why this model is appropriate, for the planning of materials in the company, its results in time reduction, such as spending from 3 hours to 20 minutes in mounting a purchase order , likewise

the standardization of the initial activity to be implemented and, as a conclusion, the application to manage a more orderly inventory, avoiding over stock, and the need for continuous improvement and innovation of the tool.

Keywords: Supply, application, BOM, Supply Chain, ERP, Tool, ISF, Lead Time, MRP, Planning.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la planeación y el abastecimiento de materiales es un eje fundamental para las empresas que quieren competir en el mercado, teniendo en cuenta la globalización y el nivel acelerado en que viven las personas y compañías en general, siendo necesario comprender que esta filosofía no es nueva y que viene desarrollándose desde la segunda guerra mundial, dada la necesidad de manejar una gran cantidad de datos en las operaciones militares y logísticas, de donde nace el MRP. Sin perder vigencia en la segunda década del nuevo milenio, esta herramienta se sigue empleando en las empresas, con el objetivo de controlar los inventarios, el suministro de materiales, la mano de obra, los tiempos tanto administrativos como de producción y los costos de estos últimos [1].

La necesidad de las empresas por mantener el control sistematizado, generó el nacimiento de nuevos sistemas que permitieron la unificación y control de las empresas, inicialmente el “procesamiento de datos por lotes” con el MRP (“Planeación requerimiento de materiales”) y luego el MRP 2 (“Planeación de recursos de manufactura”) para luego evolucionar al ERP (Enterprise resource planning) (“Planeación de recursos de la empresa”) [2] y así poder manejar todas las actividades empresariales desde un solo sistema permitiendo la centralización y control [3]. Desde empresas pequeñas hasta las más grandes han adoptado el sistema MRP dada su fácil aplicabilidad, entendiendo este sistema desde el suministro de artículos basados en la demanda dependiente de los materiales [4], así mismo la administración del abastecimiento y MRP requieren el adecuado análisis de cuándo pedir, cuánto pedir y que tiempos se deben tener en cuenta para su punto de reorden de materiales [5]. Como se mencionó anteriormente, este sistema de información con el paso de los años no ha perdido vigencia, por el contrario se sigue implementado y aportando a las empresas, la metodología de planeación de materiales, como lo demostraron en un artículo científico para la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Perú, su implementación en las Pymes y concluyendo que el MRP, “cuando es bien utilizado, proporciona una solución para las PYME en aspectos de control, reducción de costos de inventarios y abastecimiento oportuno” [6]. Así mismo se detalla en un estudio de gestión de inventarios, en la Universidad de los Andes de Venezuela, donde un grupo de estudiantes realizaron un artículo de investigación, con el fin de “subsana las insuficiencias que presentaban los métodos clásicos, para gestionar adecuadamente la demanda interna de inventarios” [7]. Cabe resaltar que una de las ventajas de este modelo, sugerida por el Dr. Orlicky son los “niveles de inversión en inventarios para manufactura reducidos en un 20 a 35 por ciento” así como la “reducción de costos de producción y compras” [8]. Entendiendo lo anterior y lo fundamental que es para las

compañías, adoptar herramientas que permitan el adecuado suministro de materiales, el presente artículo exploratorio y de aplicación, surge a partir de la experiencia del proceso de abastecimiento, en una empresa del sector de la construcción, donde se permite evaluar una oportunidad de mejora, dado su proceso actual de suministro de materiales, de acuerdo a esto se analizará la aplicación del modelo MRP, para la planeación de materiales, adoptando las variables logísticas determinadas para este proceso, tales como la codificación de materiales, los lead time de los proveedores (frecuencia de despachos y compromisos en las negociaciones) [9] , las actividades y tiempos internos que hacen parte del proceso de abastecimiento, y los datos esenciales que abastecen al MRP, generado a partir del diseño del proceso de planificación de requerimientos y codificación de materiales, que permita la estandarización de códigos (insumos) para las diferentes actividades del proceso de construcción, y que permita analizar las variables logísticas como: tiempos en generar una orden compra, tiempos de entrega de proveedores, precios negociados por artículo, maestro de artículos (codificación) y procesos internos (tiempos) que hacen parte del proceso de abastecimiento. Dado esto se tendrá en cuenta el desarrollo del MRP acorde a su teoría la cual tiene como insumos el (MPS, master production shedule) “nos dice que productos finales hay que fabricar y en qué plazo deben tenerse terminados”; el archivo actual de inventario (ISF,inventory status file) y la lista de materiales para la actividad correspondiente (BOM, por las siglas de bill of materials) [10] observando esta metodología en la figura 1.

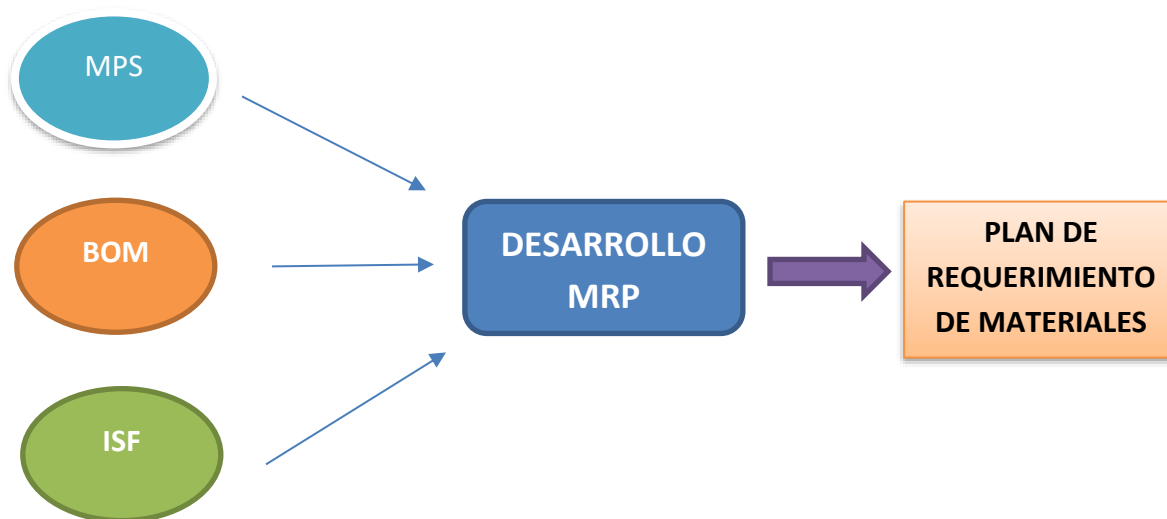


Figura 1. Estructura MRP

Fuente: Elaboración Propia

1. MATERIALES Y MÉTODOS

El actual artículo exploratorio tiene como metodología la herramienta MRP, y los componentes que se deben tener en cuenta para su desarrollo y ejecución, a continuación, se describen los pasos empleados para el desarrollo de la planificación y codificación de los materiales, por medio del MRP.

1.1 Análisis y diagnóstico del problema

En la actualidad la constructora realiza el proceso de abastecimiento acorde al criterio de cada encargado de la logística del proyecto, generando diferentes formas de realizar dicho proceso, dado este fenómeno, se entiende que la empresa requiere un sistema estandarizado que le permita al logístico, y a proyectos nuevos entender y aplicar un sistema MRP, y así tener un proceso adecuado y ordenado de suministro de materiales.

1.2 Recolección de datos

Por medio del sistema ERP de la Compañía, se va a realizar la descarga de los archivos necesarios para la alimentación de la herramienta MRP, los cuales son, Inventario de materiales (ISF), listado de precios (actual), futuros de materiales pendientes por llegar, familias de los artículos y lead time de los proveedores; por otro lado, se recolectaron los datos de la planeación de obra Last Planner (Planificar) [11] y acorde al (MPS) de las actividades a realizar en obra, de este proceso surge el listado de materiales requeridos en la actividad o (BOM). Así mismo se recolectan los datos de tiempos internos estipulados por la compañía y tiempos de montar pedidos.

1.3 Desarrollo de la herramienta

Con los datos recolectados, se realizó el desarrollo de la herramienta basado en el sistema MRP, en la sección de resultados se verifica el paso a paso del desarrollo realizado.

1.4 Verificación y análisis del desarrollo de la herramienta

Se verifico el desarrollo de la herramienta, teniendo en cuenta los datos que la abastece y su paso a paso, verificando que se haya aplicado los datos anteriormente descritos en el diagnóstico, así mismo que su formulación se encuentre en perfecto estado y no realice cálculos indebidos.

1.5 Resultados y conclusiones de la aplicación

En el apartado 2 del presente artículo se realizó un análisis de los resultados de la aplicación de la herramienta, teniendo en cuenta este paso a seguir en la metodología y su importancia de detallarlos.

1.6 Socialización y aplicación de resultados

Dados los resultados obtenidos del estudio en mención, se realizó la aplicación y posteriormente la socialización de la herramienta a los encargados de la logística, exponiendo los objetivos y beneficios que conlleva esta herramienta, con el fin de ser aplicada en cada uno de los proyectos y así cumplir los objetivos del artículo.

La figura 2 representa la metodología de trabajo que se adelantó en el presente artículo.



Figura 2. Metodología de trabajo

Fuente: Elaboración Propia, 2018

2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La implementación del MRP requiere los datos suficientes para su procedimiento, a continuación, se van a relacionar los datos que convergen y que son necesarios para el desarrollo del MRP, se inicia revisando la codificación de cada artículo dependiendo su familia, en el ejemplo de análisis se van a asociar las familias a utilizar.

Familias: Actualmente la empresa del sector de la construcción maneja 99 familias, para la implementación actual verificaremos dos, visualizado en la tabla 1.

Tabla 1. Familias de artículos

FAMILIAS DE ARTICULOS	
22	FERRETERIA Y HERRAMIENTAS
47	TUBERIAS Y ACCESORIOS EN PVC

Fuente: Elaboración Propia

Estas familias contienen el grupo de materiales requeridos, para la actividad acordada a desarrollar, por parte del MPS o plan maestro de producción del proyecto, presentada en la tabla 2.

Tabla 2. MPS

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	
ACTIVIDAD:	ARAÑAS SANITARIAS POR TORRE
TIEMPO DE EJECUCION PROGRAMADO	5 SEMANAS

Fuente: Elaboración Propia

El desarrollo de esta actividad requiere su respectivo BOM de materiales incluyendo su unidad de medida y su respectivo ISF el cual se verifica en la tabla 3.

Tabla 3. Materiales Requeridos

MATERIALES REQUERIDOS PARA LA ACTIVIDAD			
CODIGO	DESCRIPCION	UN	INVENTARIO
472049	UNION SANIT 2	UN	36
472046	UNION PVC SANITARIA 4"	UN	60
472087	TEE SANIT 4	UN	0
472084	TEE REDUCIDA SANIT. 4 * 2	UN	0
472059	YEE PVC SANITARIA 4"	UN	0
472009	BUJE SOLDADO 4 X 2 SANIT.	UN	25
472035	CODO 90 C * C 4	UN	0
472020	CODO 45 C * C 2	UN	0
472069	YEE SANIT 2	UN	0
472068	YEE REDUCIDA 4 * 2	UN	2
472067	YEE REDUCIDA 3 * 2	UN	48
472108	CODO 90 C * C 2	UN	68
472021	CODO 45 C * E 2	UN	0
472118	CODO 90 C * E 2	UN	16
472041	SIFON SANIT. 2 SIN CODO	UN	0
472052	TAPON DE PRUEBA 2"	UN	0
472054	TAPON DE PRUEBA 4"	UN	0
471148	SOLDADURA PVC 1 / 4	UN	8
473012	LIMPIADOR ¼	UN	4

MATERIALES REQUERIDOS PARA LA ACTIVIDAD			
472100	TUBERIA PVC SANITARIA 4"	UN	2
472096	TUBERIA PVC SANITARIO 2"	UN	6
472103	TUBERIA VENT. 2	UN	0
472007	BUJE SOLDADO 3 * 2 SANITARIO	UN	240
223014	ABRAZADERA EN U 2"	UN	72

Fuente: Elaboración Propia

Para este tipo de actividades se hace una reunión previa entre el contratista y la dirección de obra, con el fin de revisar los planos y de acuerdo con esto realizar un estándar de materiales a emplear por apartamento, con el fin de controlar el material entregado y evitar desperdicios, en la tabla 4 se detalla el estándar para esta actividad.

Tabla 4. Estándar por Apartamento

MATERIALES REQUERIDOS PARA LA ACTIVIDAD			
CODIGO	DESCRIPCION	UM	ESTANDAR X APTO
472049	UNION SANIT 2	UN	3
472046	UNION PVC SANITARIA 4"	UN	3
472087	TEE SANIT 4	UN	2
472084	TEE REDUCIDA SANIT. 4 * 2	UN	1
472059	YEE PVC SANITARIA 4"	UN	2
472009	BUJE SOLDADO 4 X 2 SANIT.	UN	2
472035	CODO 90 C * C 4	UN	2
472020	CODO 45 C * C 2	UN	12
472069	YEE SANIT 2	UN	5
472068	YEE REDUCIDA 4 * 2	UN	3
472067	YEE REDUCIDA 3 * 2	UN	4
472108	CODO 90 C * C 2	UN	12
472021	CODO 45 C * E 2	UN	4
472118	CODO 90 C * E 2	UN	5
472041	SIFON SANIT. 2 SIN CODO	UN	5
472052	TAPON DE PRUEBA 2"	UN	6
472054	TAPON DE PRUEBA 4"	UN	5
471148	SOLDADURA PVC 1 / 4	UN	1
473012	LIMPIADOR ¼	UN	1
472100	TUBERIA PVC SANITARIA 4"	UN	0,5
472096	TUBERIA PVC SANITARIO 2"	UN	1
472103	TUBERIA VENT. 2	UN	1
472007	BUJE SOLDADO 3 * 2 SANITARIO	UN	4
223014	ABRAZADERA EN U 2"	UN	3

Fuente: Elaboración Propia

Tiempos proveedor: Para la actividad en mención la constructora cuenta con 1 proveedor específico, para los materiales en PVC y 2 para el ítem de ferretería asociado al BOM, los tiempos de estos para despacho son los siguientes:

Tabla 5. Lead Time Proveedores

LEAD TIME PROVEEDORES	
PROVEEDOR PVC	3-5 DÍAS
PROVEEDOR 1 FERRETERIA	1-2 Días
PROVEEDOR 2 FERRETERIA	3-4 Días

Fuente: Elaboración Propia

Tiempos promedio en proceso interno: De acuerdo con un análisis de tiempos que se realizó dada la experiencia del proceso, la tabla 6 relaciona los tiempos empleados por cada generador de órdenes para poder cumplir el montaje de estas:

Tabla 6. Tiempos Internos

TIEMPOS PROM INTERNOS			
ACTIVIDAD	TIEMPOS	ENCARGADO	OBSERVACIÓN
APROBACION DE OC	1 SEMANA, CADA MIERCOLES	ENCARGADO : GERENTE DE PROYECTO	Por planeación aprueba 1 vez a la semana a todos los proyectos a su nombre.
SI EL ITEM NO TIENE PRECIO	1 SEMANA, CADA MARTES	ENCARGADO : DIRECTOR DE COMPRAS	Las demoras radican por ocupación del encargado y por revisión de negociaciones y comparativos de precios para la compañía en general.
MONTAJE DE OC SIN MRP Y SIN CODIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD ESTANDARIZADA	2 a 3 HORAS	ENCARGADO : RESIDENTE LOGISTICO	De acuerdo con la experiencia, cuando inicia un proyecto nuevo y el encargado es nuevo, no se tiene información de códigos usados para las actividades, generando la búsqueda en el maestro de artículos y precios, haciéndolo una tarea demorada y desgastante, dada la gran densidad del maestro de códigos y contando con que muchos son repetidos, con diferentes descripciones.
MONTAJE DE OC CON MRP Y CON ACTIVIDADES ESTANDARIZADAS Y CODIFICADAS CORRECTAMENTE	15 a 30 MIN	ENCARGADO : RESIDENTE LOGISTICO	Con los resultados se espera reducir los tiempos en montaje de órdenes de compra hasta en un 80% pasando de los 180 minutos a 30 min, generando un aprovechamiento del tiempo, para el encargado de logística, con el fin de que pueda hacer esta actividad más rápidamente.

Fuente: Elaboración Propia

Política de inventarios de la compañía:

Tabla 7. Política Inventarios

POLITICA DE INVENTARIOS	
DIAS	40

Fuente: Elaboración Propia

La compañía tiene establecida una rotación menor a 40 días, de acuerdo con esto los materiales no pueden estar más de estos días en los almacenes, el material debe ser usado tan pronto llegue a la obra.

Para el presente artículo y dada la necesidad de visualizar la aplicación se van a relacionar precios ficticios para cada ítem.

A continuación, se relaciona la propuesta de aplicación del MRP teniendo en cuenta los datos anteriormente expuestos.

Tabla 8. Datos informativos MRP

ACTIVIDAD ARAÑAS SANITARIA POR TORRE				
ESPECIFICACION DEL PROYECTO		TIEMPOS		
# TORRES A CONSTRUIR	10	DESCRIPCIÓN	DÍAS	
PISOS POR TORRE	12	LEAD TIME PROVEEDOR PVC	5	
APARTAMENTOS x TORRE	48	LEAD TIME PROVEEDOR FERRETERIA ELEGIDO	2	
APARTAMENTOS X PISO	4	TIEMPO APROBACION MONTANDO EL LUNES OC DIAS	2	
M2 PROM POR APTO	55	TIEMPO APROBACION MONTANDO EL MARTES OC DIAS	1	
		SI NO HAY PRECIO, TIEMPO ACTUALIZACION	7	
REQUERIMIENTOS		CANTIDAD APTOS	POLITICA INVENTARIOS GENERAL	40
PEDIDOS DE ACUERDO CON PLANEACIÓN	CADA 3 PISOS	12	TIEMPO DE EJECUCION DE ACTIVIDAD	14
PISOS PARA REQUERIR	1,2,3			
APARTAMENTOS SUMINISTRADOS	0	0		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. APLICACION MRP

MATERIALES REQUERIDOS PARA LA ACTIVIDAD									
CODIGO	DESCRIPCION	UM	PRECIO	ESTANDAR X APTO	ISF-INVENTARIO ACTUAL	REQUERIDO	FUTUROS	PEDIR	FECHA POSIBLE LLEGADA
472049	UNION SANIT 2	UN	8680	3	36	36	0	0	
472046	UNION PVC SANITARIA 4"	UN	11951	3	60	36	0	0	
472087	TEE SANIT 4	UN	7520	2	0	24	0	24	9/12/2018
472084	TEE REDUCIDA SANIT. 4 * 2	UN	6081	1	0	12	0	12	9/12/2018
472059	YEE PVC SANITARIA 4"	UN	16807	2	0	24	0	24	9/12/2018
472009	BUJE SOLDADO 4 X 2 SANIT.	UN	13532	2	25	24	0	0	
472035	CODO 90 C * C 4	UN	19402	2	0	24	0	24	9/12/2018
472020	CODO 45 C * C 2	UN	15152	12	0	144	0	144	9/12/2018
472069	YEE SANIT 2	UN	14913	5	0	60	0	60	9/12/2018
472068	YEE REDUCIDA 4 * 2	UN	SIN PRECIO	3	2	36	0	34	16/12/2018
472067	YEE REDUCIDA 3 * 2	UN	15319	4	48	48	0	0	
472108	CODO 90 C * C 2	UN	12784	12	68	144	0	76	9/12/2018
472021	CODO 45 C * E 2	UN	5792	4	0	48	0	48	9/12/2018
472118	CODO 90 C * E 2	UN	16544	5	16	60	0	44	9/12/2018
472041	SIFON SANIT. 2 SIN CODO	UN	18343	5	0	60	0	60	9/12/2018
472052	TAPON DE PRUEBA 2"	UN	5813	6	0	72	0	72	9/12/2018
472054	TAPON DE PRUEBA 4"	UN	8996	5	0	60	0	60	9/12/2018
471148	SOLDADURA PVC 1 / 4	UN	SIN PRECIO	1	8	12	0	4	16/12/2018
473012	LIMPIADOR 1/4	UN	11440	1	4	12	0	8	9/12/2018
472100	TUBERIA PVC SANITARIA 4"	UN	13589	0,5	2	6	0	4	9/12/2018
472096	TUBERIA PVC SANITARIO 2"	UN	17787	1	6	12	0	6	9/12/2018
472103	TUBERIA VENT. 2	UN	16146	1	0	12	0	12	9/12/2018
472007	BUJE SOLDADO 3 * 2 SANITARIO	UN	12943	4	240	48	0	0	
223014	ABRAZADERA EN U 2"	UN	17094	3	72	36	0	0	

Fuente: Elaboración Propia

Con esta tabla se evidencia la aplicación del MRP, integrando la información anteriormente mencionada y cumpliendo con el objetivo del artículo, se logró estandarizar el proceso de abastecimiento para la actividad trabajada y dar una herramienta de apoyo al encargado de generar las Ordenes de Compra, quien ahora tendrá un proceso integrado y alimentado con información de tiempos, inventario actual, precios de la negociación actual, cuanto pedir, fecha teórica de llegada del material y codificación de artículos para la actividad en mención.

Es importante tener en cuenta que la codificación debe ser un tema para analizar con mayor profundidad en un futuro estudio, con la finalidad de depurar el maestro de códigos que se encuentra integrado con referencias ya obsoletas, generando errores en precios.

También es necesario aclarar que las cantidades estandarizadas por apartamento pueden variar dependiendo el tipo de proyecto y sus medidas, pero al ser tipo de construcción industrializada en la mayoría de los casos, se mantendría el mismo material para la actividad. Así mismo cabe mencionar que esta herramienta debe ser contemplada, como una mejora continua en el transcurso del tiempo, por ende, para futuros estudios se sugiere integrar más actividades estandarizadas del proceso de la construcción, de este modo se logrará contemplar todas las actividades del proyecto en torno a la cadena de suministro. En este estudio además se evidencio las cantidades a pedir, que dado el orden que se llevo se ajustan a lo solicitado por el estándar, y además permitió revisar las posibles llegadas del material a obra.

3. CONCLUSIONES

La herramienta MRP, continúa siendo fundamental para la operación adecuada de la cadena de suministros de cualquier empresa que desee implementarla, los resultados obtenidos así lo demuestran, evidenciado el diseño de la herramienta, de acuerdo con la integración de las diferentes variables evaluadas para la ejecución, como lo fueron los lead time, los tiempos del proceso, el (BOM), el (ISF), etc. La reducción de hasta el 80% de tiempo para el montaje de ordenes de compra, la correcta solicitud de materiales evitando el sobre stock, el aporte a la planeación de obra generando la información de fechas de llegada del material y para que actividad, la posibilidad de estandarizar las actividades de acuerdo con la codificación de códigos y requerimientos acorde a la obra, la definición y diseño del proceso de abastecimiento, el cual anteriormente era una ambigüedad y de libre albedrío. Se recomienda aplicar el desarrollo del MRP dado su resultado y viabilidad, para la mejora del proceso de abastecimiento en los proyectos constructivos. Es importante recalcar que el MRP es una herramienta que por sus características podría ser aplicada en la mayoría de empresas, por lo que se recomienda su uso y estudio para crear mejoras y buenos manejos de los inventarios en las cadenas de suministros.

4. Referencias

- [1] A. M. CANO ZAPATA, «Gestión Para la Planeación de la Producción.,» de *Gestión Para la Planeación de la Producción.*, Medellín, ITM, 2014, p. 115.
- [2] J. . Delgado y F. . Marín, «Evolución en los sistemas de gestión empresarial. Del MRP al ERP,» , 2000. [En línea]. Available: [http://minetad.gob.es/publicaciones/publicacionesperiodicas/economiaiindustrial/revistaeconomiaindustrial/331/09.joaquin delgado.pdf](http://minetad.gob.es/publicaciones/publicacionesperiodicas/economiaiindustrial/revistaeconomiaindustrial/331/09.joaquin%20delgado.pdf). [Último acceso: 2 12 2018].
- [3] R. B. Chase, F. R. Jacobs y N. J. Aquilano, «Administracion de operaciones, Produccion y cadena de suministros,» de *Administracion de operaciones, Produccion y cadena de suministros*, Mexico , Mc Graw Hill, 2009, p. 589.
- [4] R. B. Chase, R. F. Jacobs y N. J. Aquilano, «ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, PRODUCCION Y CADENA DE SUMINISTROS,» de *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, PRODUCCION Y CADENA DE SUMINISTROS*, México D.F, Mc Graw Hill, 2009, p. 590.
- [5] S. N. Chapman, PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, México: PERSON, 2006.
- [6] J. M. Rivera Poma , E. Ortega Pernia y J. Quiroz Pereyra, «Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes,» *Redalyc*, p. 2, 2014.
- [7] C. E. Bustos Flores y G. B. Chacón Parra, «El MRP En la gestión de inventarios,» *Redalyc*, p. 2, 2007.
- [8] J. L. Riggs, Sistemas de producción: Planeación, análisis y control, México: Limusa, S.A, 2010.
- [9] R. Companys Pascual y J. B. Fonollosa Guardiet, Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT, Barcelona, España: MARCOMBO, S.A., 1989.
- [10] M. A. Waller y L. T. Esper, «ADMINISTRACION DE INVENTARIOS,» de *ADMINISTRACION DE INVENTARIOS*, México, Person, 2017, p. 141.

- [11] R. F. H. Valencia y C. R. Pereira, «Los pros y contras al implementar el sistema Last Planner en un proyecto de edificación: un caso de estudio,» , 2017. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6089823.pdf>. [Último acceso: 2 12 2018].
- [12] J. J. Anaya Tejero, Logística Integral la gestión operativa de la empresa, Madrid: ESIC, 2007.
- [13] R. Companys Pascual y J. B. Fonollosa i Guardiet, Nuevas técnicas de gestión de stock: MRP y JIT, Mexico D.F : ALFAOMEGA, 1999.